

Uso de xenoinjerto comparado con sustituto dérmico sintético de nanocelulosa en pacientes con quemaduras térmicas de segundo grado profundo, enero 2022-julio 2023

Enrique Antonio Chau Ramos^{1,2,a,b,c}; Guillermo Martin Wiegner Cecchi^{1,2,a,b,c,d}; Christian Alexander Chau Ramos^{3,e}

1 Universidad de San Martín de Porres, Facultad de Medicina Humana. Lima, Perú.

2 Clínica Javier Prado. Lima, Perú.

3 Clínica Skin Medical. Lima, Perú.

^a Doctor en Medicina, magister en Cirugía Plástica y Reconstructiva; ^b miembro titular de la Unidad de Cirugía Plástica de la Sociedad Peruana de Cirugía Plástica Reconstructiva; ^c cirujano plástico; ^d médico cirujano, especialista en cirugía plástica y reparadora; ^e médico residente de cirugía plástica.

RESUMEN

Objetivo: Comparar la cicatrización entre sustitutos dérmicos de nanocelulosa regenerada y xenoinjerto en pacientes con quemaduras térmicas de segundo grado profundo. **Materiales y métodos:** Se realizó un estudio comparativo, intervencionista, analítico, prospectivo y longitudinal. Se presentó el reporte de 60 casos evaluados en una clínica privada de Lima, Perú, entre enero de 2022 y julio de 2023. Los pacientes, cuyas edades fluctuaban entre uno y sesenta años y no presentaban comorbilidades, fueron evaluados por la cicatrización de quemaduras térmicas de segundo grado profundo dentro de las primeras 24 horas posteriores al accidente. Ambos sustitutos dérmicos se utilizaron en todos los pacientes. El estudio contó con la autorización a través de un consentimiento informado. **Resultados:** A los 90 días se realizó una evaluación, y se observó una mejor cicatrización con el sustituto dérmico de nanocelulosa sintética en comparación con el uso de xenoinjerto. Los resultados se evaluaron utilizando la escala de Vancouver (VSS) que mide vascularización, pigmentación, flexibilidad y altura, los cuales mostraron que el sustituto dérmico sintético de nanocelulosa presentó menor enrojecimiento y mayor elasticidad; estos indicadores fueron los más favorables. La importancia del estudio radica en evaluar la calidad de la cicatrización mediante el uso de dos tratamientos en quemaduras de segundo grado profundo. **Conclusiones:** Se evidenció que el sustituto sintético dérmico de nanocelulosa es una alternativa importante que favorece la calidad de cicatrización en las zonas afectadas por quemaduras. Resultó ser más eficiente que el xenoinjerto al ser evaluado y comparado en sus cuatro parámetros con la escala internacional de evaluación de cicatrización de Vancouver (VSS). Esta alternativa eficiente en el tratamiento de quemaduras de segundo grado favorece un mejor proceso de cicatrización y proporciona un medio adecuado para una recuperación óptima.

Palabras clave: Injertos; Apósitos Biológicos; Donadores de Tejidos; Unidades de Quemados (Fuente: DeCS BIREME).

Use of xenograft compared to synthetic dermal substitute made of nanocellulose in patients with deep second-degree thermal burns, January 2022-July 2023

ABSTRACT

Objective: To compare scar formation between regenerated nanocellulose dermal substitutes and xenografts in patients with deep second-degree thermal burns. **Materials and methods:** A comparative, interventional, analytical, prospective and longitudinal study was conducted. We present the report of 60 cases evaluated in a private clinic in Lima, Peru, between January 2022 and July 2023. Patients aged 1 to 60 years without comorbidities were evaluated for scar formation from deep second-degree thermal burns within the first 24 hours of the accident. Both dermal substitutes were used in all patients. The study was authorized with informed consent. **Results:** An evaluation was conducted at 90 days, showing better scar formation with the synthetic dermal substitute made of nanocellulose compared to the xenograft. The results were evaluated using the Vancouver Scar Scale (VSS) (vascularization, pigmentation, pliability and height) and showed that the synthetic dermal substitute made of nanocellulose had less redness and greater elasticity, which were the most favorable indicators. The importance of the study lies in evaluating the

Correspondencia:

Enrique Antonio Chau Ramos
eachaur@gmail.com

Recibido: 10/4/2024

Evaluado: 28/5/2024

Aprobado: 13/6/2024



Esta obra tiene licencia de Creative Commons. Artículo en acceso abierto. Atribución 4.0 Internacional. (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)

Copyright © 2025, Revista Horizonte Médico (Lima). Publicado por la Universidad de San Martín de Porres, Perú.

quality of scar formation with the use of two treatments for deep second-degree burns. **Conclusions:** It was evident that the synthetic dermal substitute made of nanocellulose is an important alternative that favors the quality of scar formation in burned areas. It has proved to be more efficient than xenograft when evaluated and compared across its four parameters using the VSS, an international tool for wound healing evaluation. This efficient alternative for the treatment of second-degree burns promotes a better scar formation process, providing an adequate environment for healing under improved conditions.

Keywords: Transplants; Biological Dressings; Tissue Donors; Burn Units (Source: MeSH NLM).

INTRODUCCIÓN

La quemadura representa el tipo de agresión biológica más severa que puede sufrir el organismo y pone en peligro la vida del paciente debido al riesgo persistente de sepsis. La cicatrización en las etapas tardías da lugar a deformaciones estéticas y funcionales ⁽¹⁻³⁾.

Las quemaduras térmicas de segundo grado profundo son un tipo de lesión frecuente en urgencias, por ello, se utilizaron sustitutos dérmicos, como xenoinjerto y sustituto sintético de nanocelulosa, que ayudan a la epitelización. Por sus características, cumplen funciones de barrera en el tratamiento de prevención de infecciones, tienen una función metabólica y proporcionan confort al paciente por su maleabilidad ⁽⁴⁻⁶⁾.

Se desea comparar los resultados entre dos sustitutos dérmicos, ya que su uso oportuno permite aislar, proteger y optimizar la cicatrización con la elección adecuada. También brindan un ambiente óptimo que preserva los principios fisiológicos básicos de humedad, calor, oxigenación y circulación. Este procedimiento tiene como finalidad mantener estas condiciones durante 21 días, para lo cual se realizan cambios una o dos veces, según la evolución y características del proceso de cicatrización ⁽⁷⁻⁹⁾.

La cicatrización es un proceso fisiológico cuyo propósito es restablecer la integridad física de la piel a través de su formación, lo cual es importante para mantener la homeostasis. Este proceso comprende tres fases: inflamatoria, fibroplasia (proliferación) y maduración ⁽¹⁰⁾.

En los últimos años, la cirugía plástica ha logrado avances significativos para optimizar las técnicas de sustitutos dérmicos. En ello recae la importancia del presente estudio, que busca presentar nuevas alternativas de cicatrización con sustitutos

biológicos o sintéticos que favorezcan los tratamientos y faciliten una pronta recuperación de los pacientes afectados, con la finalidad de que retomen sus actividades diarias ⁽¹¹⁻¹³⁾.

MATERIALES Y MÉTODOS

Diseño y población de estudio

Se llevó a cabo un estudio de tipo intervención, analítico, prospectivo y longitudinal. Se incluyeron 60 pacientes, de ambos sexos, con edades entre uno y sesenta años, entre enero de 2022 y julio de 2023. Fueron atendidos en el consultorio externo de la clínica, con antecedentes de quemaduras térmicas profundas ocurridas en las últimas 24 horas, de características compatibles con quemaduras de segundo grado y con una dermis expuesta en menos del 20 %. De estos casos, tres presentaron complicaciones en el estudio ^(14,15).

Los pacientes fueron intervenidos y se les realizó una limpieza quirúrgica utilizando solución de clorhexidina al 0,5 %. Luego se les aplicó ambos sustitutos (subvencionados por el autor del estudio) en el 50 % de la quemadura, previo permiso de los pacientes por medio del consentimiento informado. Los sustitutos dérmicos se usaron en pacientes con quemaduras térmicas de segundo grado profundo dentro de las primeras 24 horas posteriores al accidente.

Para evaluar y medir las características de las cicatrices, se empleó la escala internacional de evaluación de cicatrización de Vancouver (VSS). Se desarrolló con el objetivo de proporcionar una evaluación estandarizada a través de varios parámetros, de esta manera, se podría evaluar objetivamente la gravedad de las cicatrices, monitorear la respuesta y medir los resultados clínicos. La escala considera cuatro aspectos principales de la cicatriz (Tabla 1).

Tabla 1. Variables de valoración de cicatrización en la escala de Vancouver

	Pigmentación	Vascularidad	Flexibilidad	Altura
0	Color normal	Normal	Normal	Normal
1	Hipopigmentación	Rosado	Flexible	Hasta 2 mm
2	Hiperpigmentación	Rojo	Dócil	De 2 a 5 mm
3		Purpúrico	Firme	Hasta 5 mm
4			Bandas	
5			Contractura	

Fuente: <https://raq.fundacionbenaim.org.ar/masoterapia-aceite-macadamia-vs-unguento-vitamina-a-y-d-en-areas-reepitelizadas-en-pacientes-pediatricos-quemados/>

Una tercera persona que no intervino en el tratamiento —un médico cirujano (observador) que trabaja en la misma clínica y que cuenta con 10 años de experiencia en quemaduras— evaluó los casos y proporcionó los puntajes de valoración. Según las observaciones, el médico no supo en qué área se utilizó ni qué sustituto médico se empleó, para evitar cualquier sesgo en el estudio.

La profundidad de una quemadura determina su severidad. Las quemaduras térmicas de segundo grado provocan dolor, enrojecimiento e inflamación, que afectan tanto la epidermis como la capa interna de la piel o dermis, y causan eritema y ampollas. En los casos de esta investigación, se utilizó el mismo tratamiento para todos los pacientes, quienes presentaron quemaduras de igual profundidad. Para determinar la gravedad de una quemadura, se evaluó el porcentaje de la superficie corporal afectada por quemaduras de espesor parcial y total.

Variables y mediciones

La medición de la cicatrización se realizó utilizando la VSS, el instrumento más reconocido para evaluar la cicatrización, que examina cuatro variables: vascularización, altura, flexibilidad y pigmentación. En este sistema, el evaluador mide la cicatriz según su percepción^(15,16).

En este estudio se compararon los resultados de la aplicación de dos sustitutos, el sintético de nanocelulosa y el xenoinjerto, en un periodo de tres meses (90 días), con la finalidad de evaluar la calidad de la cicatrización de las zonas comprometidas. Por ello, su importancia recae en determinar cuál de los injertos constituye una alternativa con potencial de mejores resultados^(12,16,17).

Debido a sus propiedades únicas, el sustituto sintético de nanocelulosa actúa como una barrera protectora. Brinda un ambiente húmedo que promueve el equilibrio hídrico, lo cual asegura que no se adhiera y permite el recambio sin dolor, de modo que se conserva el tejido regenerado^(12,13,18) (Figura 2). Además, es fácil de manejar, no se adhiere, es resistente a roturas, es flexible, suave, semitransparente y de superficie

lisa e hidratada, lo que garantiza una eliminación sin dolor y una biocompatibilidad excelente^(12,19).

Análisis estadístico

Se considera que la variación en la cicatrización es estadísticamente significativa considerando los indicadores de pigmentación, vascularidad, flexibilidad, altura y el puntaje total. Los cambios favorecen a la técnica de sustituto dérmico ($p < 0.05$), según la prueba U de Mann-Whitney, que compara las medias y establece si existe una diferencia en la variable entre dos grupos.

Consideraciones éticas

El estudio cuenta con los permisos del Comité de Ética de la clínica, del director y del jefe del Servicio de Cirugía Plástica del establecimiento de salud, con fecha 20 de enero de 2025.

RESULTADOS

En los diversos casos, se presentaron pacientes con quemaduras térmicas de segundo grado profundo, a quienes se les aplicaron sustitutos dérmicos en las primeras 24 horas. Estos sustitutos se colocaron en diferentes zonas anatómicas: en el 50 % de las áreas lesionadas se utilizó el sustituto dérmico de nanocelulosa y en el otro 50 % se usó el xenoinjerto. A los 21 días se realizaron los cambios y, a los tres meses (90 días), se evaluaron los resultados de la cicatrización, un proceso natural de reparación tisular. La cicatrización se midió usando la VSS, una herramienta ampliamente utilizada en estudios clínicos que proporciona una evaluación objetiva tanto del paciente como del observador⁽¹⁴⁾.

En el primer caso, se trata de una paciente con quemadura térmica de segundo grado profundo, a quien se le aplicó un sustituto dérmico de nanocelulosa dentro de las primeras 24 horas del accidente, y los cambios se realizaron a los 21 días (Figura 1). La epitelización fue satisfactoria y se obtuvieron buenos resultados; se aprecian los cambios de las zonas epitelizadas después de los 90 días (Figura 2).



Figura 1. Quemadura de segundo grado profundo con aceite caliente en paciente de 40 años



Figura 2. Resultados a los noventa días tras usar sustituto dérmico de nanocelulosa

En el segundo caso, se aprecia una quemadura térmica de segundo grado profundo. La paciente fue atendida dentro de las primeras diez horas del accidente con sustituto dérmico

de nanocelulosa (Figura 3). La recuperación de la paciente se produjo a los 90 días (Figura 4).



Figura 3. Quemadura térmica de segundo grado profundo con líquido caliente en paciente de 22 años



Figura 4. Resultado del caso a los 90 días

En el tercer caso, se trata de una paciente de 65 años con quemaduras térmicas de segundo grado profundo en la mano derecha (Figura 5). Fue hospitalizada y se le aplicó el

sustituto dérmico en la zona lesionada (Figura 6); a los 90 días se observaron los resultados de la epitelización en las zonas tratadas (Figura 7).



Figura 5. Quemadura térmica de segundo grado profundo en las primeras 24 horas posteriores al accidente



Figura 6. Uso de sustituto dérmico de nanocelulosa a las 24 horas



Figura 7. Resultados de la epitelización en las zonas tratadas a los 90 días. Se apreciaron mejores resultados de cicatrización en las áreas epitelizadas

Se apreciaron cambios estadísticamente significativos en la cicatrización considerando los indicadores de pigmentación, vascularidad, flexibilidad, altura y el puntaje total. Los

cambios favorecieron a la técnica con sustituto dérmico de nanocelulosa, que mostró resultados significativamente mejores ($p < 0,05$) (Figura 8).

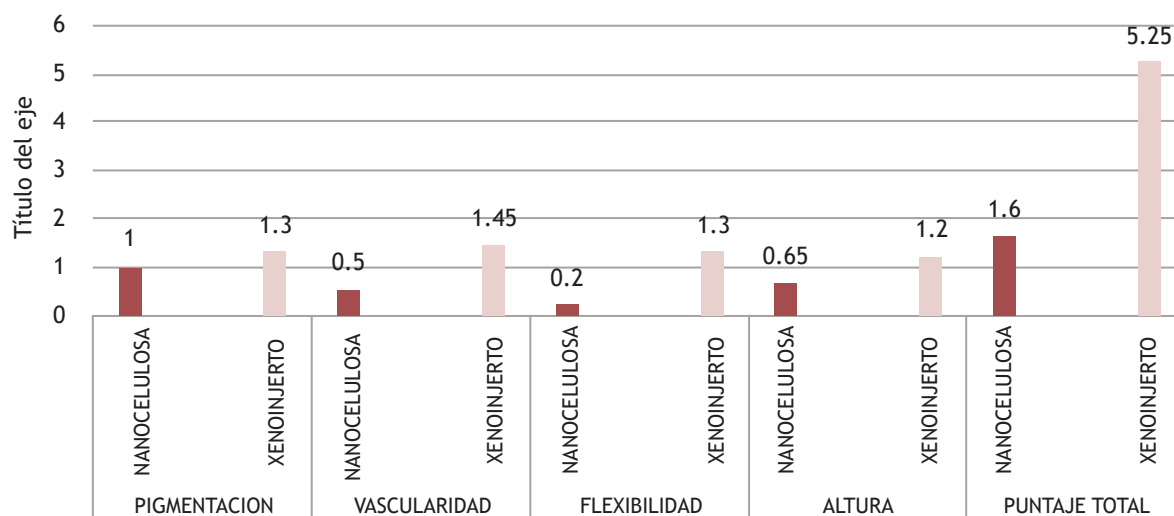


Figura 8. Resultados de la comparación de las dos técnicas utilizadas según la VSS

DISCUSIÓN

En el presente estudio, se evaluaron las características de la epitelización utilizando dos tipos de sustitutos dérmicos: nanocelulosa y xenoinjerto. Los resultados mostraron que el sustituto dérmico de nanocelulosa presentó mejores resultados en términos de epitelización. Además, la zona donante en los casos en los que se utilizó nanocelulosa mostró características superiores en comparación con la zona tratada con xenoinjerto.

El mismo autor Schiefer JL en el año 2022, sobre la formación de cicatrices después de una quemadura, destaca el impacto significativo en la calidad de vida de los pacientes. El sustituto dérmico de nanocelulosa, un apósito nuevo y más económico, demostró reducir el dolor, aumentar la elasticidad y acelerar el tiempo de curación de las heridas por quemaduras de espesor parcial, sin presentar infecciones. Este apósito proporcionó un cierre estable de la herida y mostró buenos resultados cosméticos en los exámenes de seguimiento. Al comparar dicho estudio con la presente investigación, los resultados son similares en cuanto a la utilización de nanocelulosa, además, se usan los mismos parámetros de cicatrización de la VSS: pigmentación, vascularidad, flexibilidad y altura ⁽²⁰⁾.

Schiefer, en el año 2021, comparó los apósitos SUPRATHEL y Epicite hydro en un estudio clínico. Se evaluaron la infección, el sangrado, la exudación, los cambios de apósito y el dolor. La calidad del tejido cicatricial se valoró subjetivamente utilizando la escala de cicatriz del paciente y del observador. Ambos tratamientos duraron 15 días sin cambios de apósito. Todas las heridas mostraron una exudación mínima y los pacientes informaron una disminución del dolor, con la única diferencia significativa entre los dos apósitos observada en

el día 1. No se produjo infección ni sangrado en ninguna de las heridas. En cuanto a la evaluación de cicatrices, ambos apósitos eran fáciles de usar, muy flexibles, creaban un entorno de curación seguro, tenían efectos similares en la reducción del dolor y mostraron buenos resultados funcionales ⁽²¹⁾.

El siguiente estudio guarda similitud con la presente investigación en donde se compara sustitutos dérmicos, y se muestra resultados satisfactorios de cicatrización. Según Urbina G, en su estudio del año 2016, el uso de sustitutos dérmicos sintéticos en el manejo de heridas complejas demuestra la posibilidad de obtener una cicatriz estética y funcionalmente adecuada en una quemadura. El estudio contribuye a ampliar los conocimientos sobre estos sustitutos dérmicos en zonas comprometidas, sus beneficios y las posibilidades de disminuir los riesgos potenciales en la etapa de cicatrización, así como a conseguir un mejor resultado estético y funcional para que el paciente pueda volver a sus labores diarias ⁽²⁰⁻²²⁾.

Se recomienda realizar nuevos estudios que comparen la calidad de la cicatrización del sustituto dérmico de nanocelulosa con diferentes sustitutos en el manejo de diversos tipos de lesiones. A lo largo del tiempo, la cirugía plástica ha desarrollado diversas innovaciones para mejorar las técnicas y tratamientos para quemaduras. Por ello, es importante contar con nuevas alternativas que favorezcan la cicatrización de las heridas y faciliten la recuperación de los pacientes en menor tiempo ⁽²³⁾.

En esta investigación, se analizaron los beneficios del sustituto dérmico de nanocelulosa como una nueva alternativa para

cubrir las zonas afectadas y proporcionar un medio adecuado que propicie una mejor cicatrización. El sustituto dérmico de nanocelulosa, diseñado para el tratamiento de quemaduras y cuidado de heridas, utiliza tecnología patentada y está compuesto por una estructura orgánica de nanocelulosa, diseñada para tener el mismo tamaño que las moléculas de agua. Este sustituto dérmico sintético contiene un 95 % de solución salina isotónica, que hidrata lentamente las quemaduras durante un periodo prolongado ^(12,23).

En conclusión, el sustituto dérmico de nanocelulosa es una alternativa importante que favorece una mejor cicatrización en las zonas comprometidas. Al evaluarse y compararse en la VSS, el sustituto dérmico de nanocelulosa demostró ser más eficiente que el xenoinjerto convencional.

Contribución de autoría: ECHR participó en la concepción del artículo; GMWC cooperó realizando la evaluación de los resultados del paciente, y CACHR redactó el artículo e investigó para obtener la bibliografía.

Fuentes de financiamiento: Los autores financiaron este artículo.

Conflicto de intereses: Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Quezada MB, Ayala R, Yáñez V. Uso de sustituto dérmico en niños con secuelas de quemaduras: tres casos clínicos. *Rev Chil Pediatr* [Internet]. 2009;80(2):150-6.
2. Koudoukpo C, Atadokpèdè F, Adégbidi H, Assogba F, Akpadjan F, Dégboé B, et al. Évaluation clinique du délai de cicatrization des lésions d'ulcère de Buruli de diamètre inférieur ou égal à 10 centimètres à Pobè (Bénin). *Ann Dermatol Venerol* [Internet]. 2015;142(12):612.
3. Vásquez González D, Fierro Arias L, Arellano Mendoza I, Tirado Sánchez A, Peniche Castellanos A. Estudio comparativo entre el uso de apósito hidrocoloide vs uso de tie-over para valorar el porcentaje de integración de los injertos cutáneos de espesor total. *Dermatol Rev Mex* [Internet]. 2011;55(4):175-9.
4. Toniollo CL, Da Matta ES. Abordagem multidisciplinar na cicatrizaçao de úlcera venosa crônica. *Braz J Surg Clin Res* [Internet]. 2015;11(3):12-16.
5. Rapado Raneque M, Rodríguez Rodríguez A, Peniche Covas C. Hydrogel wound dressing preparation at laboratory scale by using electron beam and gamma radiation. *Nucleus* [Internet]. 2013;53:24-31.
6. Enoch S, Leaper DJ. Basic science of wound healing. *Surgery* (Oxford) [Internet]. 2008;26(2):31-7.
7. Paredes Esteban L, Castillo Fernández O, Gómez Beltrán V, Vargas Cruz CH, Lasso Betancor R, Granero Cendón JI, et al. Nuestra experiencia en el manejo de quemaduras con apósito antimicrobiano de plata, carbón activo y tecnología Safetac®. *Acta Pediatr Esp* [Internet]. 2009;67(7):165-71.
8. Plaza Heresi O. Tratamiento del paciente quemado hospitalario durante las primeras 48 horas: análisis de 36 casos en el Hospital Nacional Arzobispo Loayza. *Horiz Med* [Internet]. 2005;5(2):38-47.
9. Ferreira González I, Gabilondo Zubizarreta J, Prousskaia E. Aplicaciones de la dermis artificial para la prevención y tratamiento de cicatrices hipertróficas y contracturas. *Cir Plast Iberolatinoam* [Internet]. 2012;38(1):61-7.
10. Mora-González R, Hernández-López AE, Polo-Soto SM. Estudio comparativo experimental entre xenoinjerto de dermis acelar humana desnaturalizada y xenoinjerto de esclera porcina desnaturalizada para evaluar la integración del injerto en defectos esclerales de espesor parcial. *Rev Sanid Milit* [Internet]. 2004;58(2):59-64.
11. QRskin. Epicite^{hydro} [Internet]. Würzburg: QRskin; 2017. Disponible en <https://www.qrskin.com/products/epicite-hydro/properties.html>
12. López-Delis A, De S Rodrigues FRS, De Souza PEN, Carneiro MBL, Rosa MFF, Macedo YCL, et al. Characterization of the cicatrization process in diabetic foot ulcers based on the production of reactive oxygen species. *J Diabetes Res* [Internet]. 2018;2018:4641364.
13. Paredes EL, Castillo Fernández O, Gómez Beltrán G, Vargas Cruz CH, Lasso Betancor L, Granero Cendón R, et al. Nuestra experiencia en el manejo de quemaduras con apósito antimicrobiano de plata, carbón activo y tecnología. *Acta Pediatr Esp* [Internet]. 2013;71(8):165-71.
14. 1library. V.A.C. Freedom® El sistema portátil para la curación eficaz de heridas [Internet]. 1library; 2021. Disponible en: <https://1library.co/document/z15prx3y-v-c-freedom-sistema-portatil-curacion-eficaz-heridas.html>
15. Salem C, Pérez JA, Henning L, Uherek F, Schultz C, Butte B, et al. Heridas. Conceptos generales. *Cuad Cir* [Internet]. 2000;14(3):90-9.
16. Sosa-Serrano F, Álvarez-Díaz C, Cuenca-Pardo J, Juárez-Aguilar E, Kuri-Harcuch W. Tratamiento de quemaduras de espesor total mediante autoinjertos mallados cubiertos con aloinjertos criopreservados de epidermis humana cultivada in vitro. Reporte de un caso. *Cir Plast* [Internet]. 1999;9(3):126-9.
17. Lee RC, Astumian RD. The physicochemical basics for thermal and non-thermal "burn" injuries. *Burns* [Internet]. 1996;22(7):509-19.
18. Friedstat JS, Klein MB. Acute management of facial burns. *Clin Plastic Surg* [Internet]. 2009;36(4):653-60.
19. Schiefer JL, Aretz FG, Fuchs PC, Lefering R, Yary P, Opländer C, et al. Comparison of long-term skin quality and scar formation in partial-thickness burn wounds treated with Suprathel® and epicite^{hydro} wound dressings. *Medicina (Kaunas)* [Internet]. 2022;58(11):1550.
20. Schiefer JL, Aretz GF, Fuchs PC, Bagheri M, Funk M, Schulz A, et al. Comparison of wound healing and patient comfort in partial-thickness burn wounds treated with SUPRATHEL and epicite^{hydro} wound dressings. *Int Wound J* [Internet]. 2021;19(4):782-90.
21. Urbina G, Rider J. Manejo de heridas complejas con sustitutos dérmicos. *Rev Chil Cir* [Internet]. 2016;68(3):245-9.
22. Pham C, Greenwood J, Cleland H, Woodruff P, Maddern G. Bioengineered skin substitutes for the management of burns. *Burns* [Internet]. 2007;33(8):946-57.
23. Marx J, Hockberger RS, Walls R. Emergency medicine. 6ª ed. Philadelphia: Elsevier - Health; 2006.